

# 高压柔性直流换流站控制保护系统的设计与研究

## HVDC Converter Substation Control and Protection System Design and Research

尹星 张志鹏 郭朝云

Xing Yin Zhipeng Zhang Chaoyun Guo

中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司  
中国·河北 石家庄 050031  
Power China Hebei Electric Power Design & Research Institute CO.,Ltd.,  
Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

**【摘要】**论文阐述了高压柔性直流输电工程保护控制的技术要求,梳理了柔性直流换流站控制保护系统的结构,分别为系统监视与控制层、控制保护层、现场 I/O 层,并对各层的功能要求、配置方案进行论述。

**【Abstract】**This paper expounds the technical requirements of protection and control of HVDC transmission project, and summarizes the structure of the control and protection system of the HVDC converter station, including system monitoring and control layer, control protection layer and field I/O layer, and discusses the functional requirements and configuration scheme of each layer.

**【关键词】**柔性换流站;控制保护;设计

**【Keywords】**HVDC converter substation; control and protection; design

**【DOI】**10.36012/peti.v2i1.1279

## 1 引言

高压柔性直流输电系统是一种新型输电技术,其技术核心为电压源换流器、自关断器件和脉宽调制(PWM)技术。该输电技术可实现有源网络与无源网络或者有源网络与有源网络之间的并网,且不依赖于通信技术,自关断器件的应用为多端直流系统提供了强有力的支撑<sup>[1]</sup>。

## 2 技术要求

### 2.1 协调控制

高压直流输电线路将换流站进行网络状连接,由于其传输容量大,对其供电的可靠性提出了较高的技术要求,导致了高压直流输电网络复杂多变的运行方式。为了保证高压柔性直流输电系统的稳定性与可靠性,针对直流电网惯性环节少的特点,需要协调控制换流变与换流阀等电气设备的控制模式与开断特性,使得高压柔性直流输电系统的响应时间低于交流电网。

### 2.2 电压频率控制

评价交流系统电能质量的重要参数是电压和频率。满足新能源孤岛系统和弱电源系统接入电网系统的稳定性与可靠性,是建设柔性直流输电系统的必要性之一。因此高压柔性直流输电系统不仅能够为孤岛系统提供稳定的交流电源,而且还应具备有功和无功功率的紧急支撑能力,以满足弱交流系统的接入。

### 2.3 高压直流线路保护故障判别

为了保障高压直流线路发生故障时,不影响正常设备及线路元件的运行,线路保护装置需要在网状的直流电网中可靠快速的判断故障位置并进行选线功能,并能够在功率半导体器件关断能力范围内快速切断故障电流。

### 2.4 直流线路故障快速恢复控制

目前,高压直流电缆还处于研发试验阶段,高压柔性直流电网中输电线路均采用的架空线,易发生雷击等瞬时性故障。由于发生瞬时性故障的线路需要在短时间内恢复运行,因此线路保护需能够快速准确的区分永久故障和瞬时故障。在系统恢复运行过程中,换流阀、直流断路器和保护控制系统之间应能够协调配合以减少过程扰动对相关电气设备的过应力。

### 2.5 保护分区

为了实现柔性直流系统的安全可靠运行,各个保护装置需要相互配合,其保护范围应相互交叉,避免保护死区的存在。因此有必要对高压柔性直流电网进行合理的保护分区<sup>[2]</sup>。

## 3 分层结构设计

系统采用模块化、分层分布式、开放式结构,由系统监视与控制层、控制保护层、现场 I/O 层组成,并通过冗余计算机网络将不同控制层的控制保护设备统一连接。系统按双重化和互为备用的原则配置,分层控制,硬件积木化、软件模块化,并具有良好的开放性和兼容性,满足换流站对监控系统的可

